

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. November 2001 (15.11.2001)

PCT

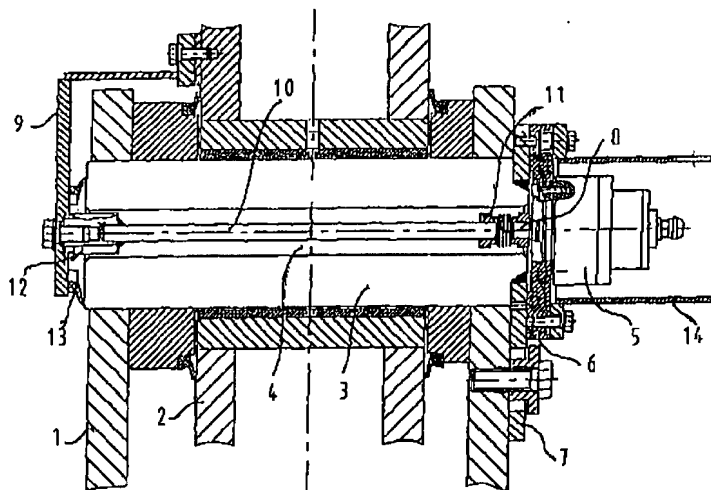
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/86226 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: **G01B** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG** [DE/DE];  
Staakener Strasse 53-63, 13581 Berlin (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/01643**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
28. April 2001 (28.04.2001) (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LEIDINGER, Gustav**  
[AT/DE]; Michael-Steinherr-Strasse 16, 86316 Friedberg  
(DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **BR, JP, US.**
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 23 196.9 11. Mai 2000 (11.05.2000) **DE** (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **DEVICE FOR DETECTING THE ANGLE OF ROTATION BETWEEN TWO COMPONENTS**

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DES DREHWINKELS ZWISCHEN ZWEI BAUTEILEN**



(57) Abstract: The invention relates to a device for detecting the angle of rotation between two components (1, 2), which are rotatably interconnected via a pin (3). Said device comprises an angle sensor (5), which is directly or indirectly connected to one of the two components (1 or 2) in a rotationally fixed manner and whose sensor shaft (8) is rotatably fixed to the other component (2 or 1) via a lever-shaped driver (9), whereby the angle of rotation is detected by the angle sensor (5) from the twisting of the sensor shaft (8). The aim of the invention is to improve the device of the aforementioned type such that the angle of rotation between two components can be detected in a significantly more precise manner, and such that the device can be used in a more reliable and practical manner. To this end, the invention provides that the sensor shaft (8) is connected to the driver (9) via at least one torsion-proof flexible element (11, 12).

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Erfassung des Drehwinkels zwischen zwei Bauteilen (1, 2), die über einen Bolzen (3) drehbar miteinander verbunden sind, mit einem Winkelsensor (5), der drehfest direkt oder indirekt mit dem ersten der beiden Bauteile (1 oder 2) verbunden ist und dessen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/86226 A2



**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

Sensorwelle (8) über einen hebelförmigen Mitnehmer (9) mit dem zweiten Bauteil (2 oder 1) drehfest verbunden ist, wobei über die Verdrehung der Sensorwelle (8) der Drehwinkel vom Winkelsensor (5) erfasst wird, soll so verbessert werden, dass der Drehwinkel zwischen zwei Bauteilen wesentlich genauer erfasst werden kann und die Vorrichtung sicher und praktisch anwendbar ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die Sensorwelle (8) über wenigstens ein drehsteifes biegeelastisches Element (11, 12) mit dem Mitnehmer (9) verbunden ist.

"Vorrichtung zur Erfassung des Drehwinkels  
zwischen zwei Bauteilen"

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des Drehwinkels zwischen zwei Bauteilen, die über einen Bolzen drehbar miteinander verbunden sind, mit einem Winkelsensor, der drehfest direkt oder indirekt mit dem ersten der beiden Bauteile verbunden ist und dessen Sensorwelle über einen hebel förmigen Mitnehmer mit dem zweiten Bauteil drehfest verbunden ist, wobei über die Verdrehung der Sensorwelle der Drehwinkel vom Winkelsensor erfasst wird.

Mit zunehmender Automatisierung von Bewegungsabläufen der Arbeitsgeräte von Baumaschinen, Landmaschinen, Kranen, aber auch Kommunalfahrzeugen, stellt sich immer häufiger die Aufgabe, die Winkelstellung von Bauteilen, wie Hubrahmen, Auslegern oder ähnlichen Elementen, entweder gegen die sie tragenden Rahmen oder von zwei der genannten Bauteile zueinander zu erfassen, um entweder ihre Lage dem Bediener anzuzeigen oder aber um Bewegungsabläufe nach einem vorgegebenen Steuerungsprogramm zu regeln und zu steuern.

Die Verbindung der genannten Bauteile mit dem sie tragenden Rahmen oder von zwei Bauteilen untereinander erfolgt in den weit überwiegenden Fällen durch eine Bolzenlagerung, welche

eine relative Drehung der beiden verbundenen Bauteile mit einem Freiheitsgrad zueinander erlaubt. Seltener finden Gleitverbindungen mit ebenfalls nur einem Freiheitsgrad oder Verbindungen mit mehreren Freiheitsgraden, wie z.B. Kugelgelenke, Anwendung.

Die Erfindung bezieht sich auf die erstgenannte Anordnung, bei der bevorzugt Winkelsensoren eingesetzt werden, die den relativen Winkel zwischen den beiden mittels Bolzen verbundenen Bauteilen erfassen. Die vorherrschende Bauart solcher Winkelsensoren ist derart, dass in einem meist zylindrischen Gehäuse mittig eine Welle gelagert ist, über welche der zu erfassende Winkel zwischen den beiden drehbar miteinander verbundenen Bauteilen in den Winkelsensor eingeleitet wird. In diesem wird der Winkel nun über ein Potentiometer oder auf induktivem Wege in ein elektrisches Signal umgesetzt, das entweder zur Anzeige für die relative Stellung der erfassten Bauteile für den Bediener herangezogen wird oder als Eingangssignal für eine elektronische Steuereinheit dient, in welcher es mit dem Steuer- oder Regelprogramm verknüpft wird, um den gewünschten Bewegungsablauf der erfassten und anderer damit im Zusammenhang stehender Bauteile zu erzielen.

Bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung erfolgt die Einleitung

der Drehbewegung auf die Sensorwelle des Winkelsensors bislang dadurch, dass auf der Sensorwelle ein Mitnehmer in Hebelform auf drehfeste Weise (form- oder kraftschlüssig) befestigt ist. Das Gehäuse des Winkelsensors ist über ein Distanzstück an einem der beiden Bauteile, deren Winkellage erfasst werden soll, in einer solchen Stellung befestigt, dass die Mittellinie der im Gehäuse gelagerten Sensorwelle mit der des die beiden Bauteile gelenkig verbindenden Bolzens fluchtet. Dabei wird über das Distanzstück die Stirnseite des Gehäuses des Winkelsensors von dem diesen tragenden Bauteil in einem Abstand gehalten, dass der Mitnehmer sich mit einem entsprechenden Sicherheitsabstand vor dem im Verhältnis zum Winkelsensor festen Bauteil drehen kann. Am anderen, sich um den die beiden Bauteile verbindenden Bolzen in Relation zum Winkelsensor drehenden Bauteil ist ein Stift, üblicherweise in kreiszylindrischer Form achsparallel zum Bolzen befestigt, der mit seinem freien Ende in eine Ausnehmung des Mitnehmers des Winkelgebers eingreift. Der Stift muss in radialer Richtung innerhalb der Ausnehmung des Mitnehmers verschiebbar sein, um beim unvermeidlichen Lagerpiel des die beiden Bauteile verbindenden Bolzens nicht verbogen zu werden oder bei massiver Ausführung keine unzulässigen Kräfte auf die Wellenlagerung des Winkelsensors auszuüben.

Führt nun eines der beiden durch den Bolzen verbundenen Bauteile eine Drehbewegung um das andere aus, so dreht der Stift über den auf der Welle des Winkelsensors befestigten Mitnehmer die Sensorwelle mit. Diese bislang übliche Anordnung von Winkelsensoren weist eine Mehrzahl von Nachteilen auf, die sowohl eine sichere und praktische Anwendung als auch die Genauigkeit des zu erfassenden Drehwinkels beeinträchtigen.

Eine genaue Übertragung des Drehwinkels zwischen den beiden sich um den sie verbindenden Bolzen drehenden Bauteilen ist nur dann gewährleistet, wenn die Mittellinie der Sensorwelle des Winkelsensors genau mit der des Bolzens fluchtet. Diese Fluchtung ist dabei in der Praxis schwierig herzustellen, weil wegen des durch den Mitnehmer bedingten Distanzstückes und aufgrund des möglichen Drehwinkels der Bauteile und damit auch des Mitnehmers von bis zu über 180° Zentrierungen am Winkelsensor und am Bauteil von diesem Distanzstück nur in einem entsprechend geringeren Bogenmaß umfasst werden können und somit nur ein Anlegen des Bogens des Distanzstückes an die Zentrierungen, aber keine Zentrierung im eigentlichen Sinne gegeben ist. Eine genauere Verbindung ist allenfalls dadurch herzustellen, dass das bogenförmige Distanzstück an beiden Seiten selbst zwei parallel zueinander stehende Platten mit fluchtenden Zentrierungen trägt. Ein solches Teil

ist aber nur verhältnismäßig aufwendig anzufertigen.

In ähnlicher Weise wirkt sich ein Spiel des Bolzens aus. Bewegt sich das um den Bolzen drehende Bauteil innerhalb des Lagerspiels in eine Richtung senkrecht zur momentanen Stellung des Mitnehmers, so erfährt die Sensorwelle des Winkelsensors eine Drehbewegung, ohne dass die beiden Bauteile ihre Winkellage zueinander geändert haben. Damit wird vom Winkelsensor eine nicht eingetretene Winkeländerung registriert. Da beim rauen Betrieb von Arbeitsmaschinen, wie z.B. Baggern, bis zum Lagertausch einige 0,1 mm Spiel hingenommen werden und das Verhältnis von gesamter Auslegerlänge zu der des Mitnehmers ein Mehrhundertfaches betragen kann, kann dadurch die Abweichung an der Grabschneide des Arbeitsgerätes bei automatisierten Profilierungsarbeiten Werte erreichen, welche außerhalb hinnehmbarer Toleranzen liegen.

Auch der Stift, der am sich um den Verbindungsbolzen drehenden Bauteil befestigt ist und in den Mitnehmer eingreift, weist ein gewisses Spiel in diesem in Umfangsrichtung der Drehbewegung auf, das bei Umkehr der Drehrichtung der beiden Bauteile zueinander zunächst überbrückt werden muss, bis der Mitnehmer dann in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird. Auch dieses Spiel geht als Winkelverfälschung ein.

Winkelsensoren müssen zudem bei Arbeitsmaschinen, wie Erdbe-  
wegungsgeräten, Landmaschinen und dergl., häufig an Stellen  
angebracht werden, wo sie entweder in direkte Berührung mit  
dem zu bearbeitenden Material kommen können oder Schlägen  
durch umhergeschleudertes oder herabfallendes Material aus-  
gesetzt sind. Daher sind Schutzabdeckungen vorzusehen, die  
sowohl das Gehäuse des Winkelsensors wie den Mitnehmer  
schützen, da eine Schlageinwirkung auf diesen die Sensorwel-  
le des Winkelsensors wie deren Lagerung beschädigen kann.  
Zwar kann das Distanzstück so ausgebildet sein, dass es mit  
der Abdeckung ein einheitliches Bauteil bildet, trotzdem  
verbleibt im Bereich der kreisbogenförmigen Bahn des Stiftes  
zwangsläufig ein Spalt, durch den Material von außen ein-  
dringen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine gattungsgemäße  
Vorrichtung so zu verbessern, dass der Drehwinkel zwischen  
zwei Bauteilen wesentlich genauer erfasst werden kann und  
die Vorrichtung sicher und praktisch anwendbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs be-  
zeichneten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Sen-  
sorwelle über wenigstens ein drehsteifes biegeelastisches  
Element mit dem Mitnehmer verbunden ist.

Aufgrund dieser Gestaltung ist eine weitgehend genaue Erfassung des Drehwinkels auch dann gewährleistet, wenn keine exakte Fluchtung zwischen der Achse der Sensorwelle des Winkelsensors und dem Bolzen besteht, weil bei einer Abweichung von der exakten Fluchtung lediglich das in Richtung Mitnehmer weisende Teil des wenigstens einen drehsteifen biegeelastischen Elementes zwischen der Sensorwelle und dem Mitnehmer in gewissen Grenzen schräg zur fluchtenden Richtung zu liegen kommt. Dies gilt auch, wenn ein Lagerspiel zwischen dem Bolzen und dem sich um ihn drehenden Bauteil auftritt. Bei radialer Bewegung des Bauteils innerhalb des Lagerspiels führt der mit dem Bauteil fest verbundene Mitnehmer die gleiche Bewegung aus, so dass sich das in Richtung Mitnehmer weisende Teil der Achse des drehsteifen biegeelastischen Elementes im Verhältnis zur Achse der Sensorwelle radial um den gleichen Betrag verschiebt. Trotzdem wird die Sensorwelle des Winkelsensors um den gleichen Winkel gedreht, wie dieser zwischen den beiden Bauteilen auftritt.

In ganz besonders bevorzugter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Sensorwelle über ein erstes drehfestes biegeelastisches Element mit einer Verbindungswelle verbunden ist, deren anderes Ende über ein zweites drehfestes Element mit dem Mitnehmer verbunden ist. Bei dieser Ausgestaltung können auch größere Abweichungen von der exakten Fluchtung zwischen

der Sensorwelle und dem Bolzen ausgeglichen werden, da bei einer solchen Abweichung lediglich die Verbindungswelle im Verhältnis zur Achse des Bolzens schräg oder versetzt steht. Dies gilt gleichermaßen auch bei einem Lagerspiel zwischen dem Bolzen und dem sich um ihn drehenden Bauteil.

Ganz besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Verbindungswelle innerhalb einer im wesentlichen konzentrischen Längsbohrung des Bolzens im wesentlichen coaxial zur Längsbohrung angeordnet ist, in deren eines Ende die Sensorwelle hineinragt. Die Verbindungswelle kann so auf besonders raumsparende Weise untergebracht werden. Die dadurch bedingte Verringerung des Widerstandsmomentes des Bolzens ist wegen des kleinen Verhältnisses von Bohrungsdurchmesser zu Außendurchmesser des Bolzens vernachlässigbar klein und daher auf die Dimensionierung des Bolzens selbst, wie auf die der beiden Bauteile, welche nach den äußeren auf sie einwirkenden Kräften zu erfolgen hat, ohne Einfluss.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das erste drehsteife biegeelastische Element als Faltenbalg, insbesondere als Metallfaltenbalg, ausgebildet ist. Anstelle eines solchen Metallfaltenbalges können aber auch Kardangelenke oder Gummi-(Kunststoff-)Kupplungen Verwendung finden.

Das zweite drehsteife Element ist vorzugsweise als Muffe ausgebildet, welche drehfest sowohl mit dem Mitnehmer als auch der Verbindungswelle verbunden ist. Stattdessen können aber auch drehsteife und dabei biegeelastische Elemente, beispielsweise ebenfalls in Form eines Kardangelenkes oder dergl., verwendet werden.

Ein Winkelsensor herkömmlicher Bauart kann je nach der Ausbildung der Halterungen seines Gehäuses, welche meist an dessen Stirnfläche liegen, direkt oder über eine Tragplatte am Bolzen, an einer Bolzenhalteplatte oder am ersten Bauteil befestigt sein, sofern das Winkelsensorgehäuse einen entsprechend großen Durchmesser aufweist.

Um eine möglichst einwandfreie Funktion der Vorrichtung zu gewährleisten, ist vorteilhaft der Mitnehmer mit Abstand zum Bolzen befestigt.

Ein Schutz der Vorrichtung gegen Einwirkungen von außen läßt sich auf einfache Weise dadurch realisieren, dass zwischen dem Mitnehmer und der Stirnseite des Bolzens eine die Längsbohrung des Bolzens abdichtende Dichtung angeordnet ist.

Um den Winkelsensor gegen mechanische Belastungen von außen zu schützen, ist vorteilhaft vorgesehen, dass der Abstand

zwischen dem Mitnehmer und der Stirnseite des Bolzens so gewählt ist, dass im Falle des Aufliegens des Mitnehmers auf der Stirnseite des Bolzens diese axiale, über die Verbindungswelle auf den Faltenbalg übertragene Bewegung von dem Faltenbalg aufnehmbar ist.

Ferner ist zum Schutz des Winkelsensors vorgesehen, dass das Gehäuse des Winkelsensors von einer dieses vollständig umschließenden Schutzabdeckung umgeben ist, die am Gehäuse des Winkelsensors oder an dessen Tragplatte befestigt ist.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung,

Fig. 2 den Winkelfehler bei einem Versatz der Achse der Sensorwelle eines Winkelsensors und der Achse des Bolzens bei einer Vorrichtung nach dem Stand der Technik und

Fig. 3 die entsprechenden geometrischen Verhältnisse bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung des Drehwinkels zwischen zwei Bauteilen, nämlich einem ersten Bauteil 1 und einem zweiten Bauteil 2, ist in Figur 1 dargestellt. Die beiden Bauteile 1 und 2, deren relative Winkellage und -veränderung erfasst werden soll, sind über einen Bolzen 3 drehbar miteinander verbunden. Dieser Bolzen 3 weist gegenüber bekannten Ausführungsformen zusätzlich eine durchgehende, um seine Längsachse zentrisch liegende Bohrung 4 geringen Durchmessers auf. Die dadurch bedingte Verringerung seines Widerstandsmomentes ist wegen des kleinen Verhältnisses von Bohrungsdurchmesser zu Außendurchmesser des Bolzens 3 vernachlässigbar klein und daher auf die Dimensionierung des Bolzens 3 selbst, wie auf die Bauteile 1 und 2, welche nach den äußeren auf sie einwirkenden Kräften zu erfolgen hat, ohne Einfluss.

Ein Winkelsensor 5 herkömmlicher Bauart, der zur Erfassung der relativen Winkellage und -veränderung der beiden Bauteile 1 und 2 dient, kann je nach Ausbildung der Halterungen seines Gehäuses, welche meist an dessen Stirnfläche liegen, entweder direkt oder über eine Tragplatte 6 unmittelbar am Bolzen 3 oder, wie in Figur 1 dargestellt, an dessen Befestigungsflasche 7, angebracht sein. Bei entsprechend großem Durchmesser des Winkelsensors 5 oder entsprechend großen Abmessungen von dessen Tragplatte 6 im Verhältnis zum Durch-

messer des Bolzens 3 kann die Befestigung auch direkt am ersten Bauteil 1 erfolgen.

Eine genaue Fluchtung der Achse der Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 mit der Achse der Bohrung 4 des Bolzens 3 ist zur genauen Übertragung des Winkels zwischen den beiden Bauteilen 1 und 2 auf die Sensorwelle 8 nicht erforderlich.

Eine Zentrierung zwischen dem Gehäuse des Winkelsensors 5 oder beim Anbau über eine Tragplatte 6 zwischen dieser und dem Gegenstück, das je nach Befestigungsart bzw. Bauteildimensionierung der Bolzen 3, dessen Befestigungsflasche 7 oder das erste Bauteil 1 selbst sein kann, ist daher entbehrlich. Wird sie trotzdem vorgesehen, kann sie zur Erleichterung der Montage dienen.

Ein Mitnehmer 9 der Vorrichtung, welcher die Relativbewegung des zweiten Bauteils 2 gegenüber dem ersten Bauteil 1 erfassen und in weiterer Folge auf die Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 zu übertragen hat, ist an der diesem gegenüberliegenden Seite der Lagerstelle am zweiten Bauteil 2 befestigt. Auch hier ist es zur genauen Übertragung des Drehwinkels nicht erforderlich, dass die Aufnahmeöffnung des Mitnehmers 9, in welche ein nachfolgend näher beschriebenes drehsteifes Element in Form einer Muffe 12 befestigt ist, mittig zur Achse der Bohrung 4 des Bolzens 3 liegt.

Die Drehbewegung wird vom Mitnehmer 9 über eine innerhalb der Bohrung 4 des Bolzens 3 angeordnete Verbindungswelle 10 auf die Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 übertragen. Diese Verbindungswelle 10 kann als Vollwelle oder als Rohr ausgebildet sein und in ihren Abmessungen gering dimensioniert sein, da sie lediglich das üblicherweise kleine erforderliche Drehmoment für die Betätigung des Winkelsensors 5 zu übertragen hat. Die Verbindung dieser Verbindungswelle 10 mit der Sensorwelle 8 erfolgt über ein drehsteifes, aber biegeelastisches Element, welches beispielhaft und bevorzugt als Metallfaltenbalg 11 ausgebildet ist. Stattdessen können aber auch Kardangelenke oder Gummi-(Kunststoff-)Kupplungen Verwendung finden. Die Verbindung der Verbindungswelle 10 mit dem Mitnehmer kann, wie dargestellt, über eine drehsteife Muffe 12 geschehen, welche sowohl mit der Verbindungswelle 10 als auch mit dem Mitnehmer 9 fest verbunden ist. Auch an dieser Verbindungsstelle sind andere drehsteife und dabei biegeelastische Elemente, wie am anderen Ende der Verbindungswelle 10 beschrieben, möglich.

Ein Schutz der Vorrichtung gegen Einwirkungen von außen, z.B. Eindringen von Schmutz oder Schlageinwirkung, ist auf einfache Weise gewährleistet. Dazu ist zwischen dem Mitnehmer 9 und dem Bolzen 3 eine Dichtung 13 vorgesehen, welche

bei einem größeren Durchmesser auch zum ersten Bauteil 1 hin abdichten kann. Sie verhindert das Eindringen von Schmutz in die Bohrung 4 innerhalb des Bolzens 3. Der Winkelsensor 5 selbst kann durch eine ihn vollständig umhüllende Schutzabdeckung 14 geschützt sein, die auf einfache Weise auf der Tragplatte 6 befestigt ist oder bei Nichtvorhandensein dieser Tragplatte 6 direkt an der Haltelasche 7 des Bolzens 3 oder auch am ersten Bauteil 1 befestigt ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Vorrichtung ergeben sich hinsichtlich der Funktionalität des Systems wesentliche Vorteile, die bei bisherigen gattungsgemäßen Anordnungen eines Winkelsensors nicht zu erreichen sind:

Es ist keine genaue Fluchtung erforderlich, weder zwischen der Achse der Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 und der Bohrung 4 des Bolzens 3, noch auf der gegenüberliegenden Seite der Lagerstelle zwischen der Achse der mit dem Mitnehmer 9 fest verbundenen Muffe 12 - oder einem anderen vorstehend beispielhaft erwähnten Element zwischen Mitnehmer 9 und Verbindungswelle 10 - und der Bohrung 4. Bei einer Abweichung von der exakten Fluchtung liegt lediglich die Verbindungswelle 10 innerhalb der Bohrung 4 im Verhältnis zur Achse der Bohrung 4 außermittig oder steht zu dieser schräg. Es wird jedoch immer der Drehwinkel des zweiten Bauteils 2 gegenüber

dem ersten Bauteil 1 auf die Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 übertragen. Dies gilt auch, wenn ein Lagerspiel zwischen dem Bolzen 3 und dem sich um ihn drehenden zweiten Bauteil 2 auftritt. Bei radialer Bewegung des zweiten Bauteils 2 innerhalb des Lagerspiels führt der mit dem zweiten Bauteil 2 fest verbundene Mitnehmer 9 die gleiche Bewegung aus, so dass die Achse der Muffe 12 sich im Verhältnis zur Achse der Bohrung 4 des Bolzens 3 radial um den gleichen Betrag verschiebt. Trotzdem wird die Verbindungswelle 10 und damit auch die Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 um genau den gleichen Winkel gedreht, wie er zwischen dem zweiten Bauteil 2 und dem ersten Bauteil 1 auftritt.

Aus Figur 3 geht diese geometrische Beziehung hervor. Der Mittelpunkt der Muffe 12 und damit auch der der darin befestigten Verbindungswelle 10 wandert bei der Drehung um einen bestimmten Winkel des zweiten Bauteils 2 um das erste Bauteil 1 auf einem Kreisbogen. Die Verbindungswelle 10 selbst wird hierbei aber um genau den gleichen Winkel gedreht. Bei einer Abweichung von der Fluchtung wird die Verbindungswelle 10 bei Verwendung einer starren Muffe 12 bei den bei üblicher Gestaltung von Lagerstellen vorkommenden Abweichungen und Lagerspielen geringfügig, d.h. weit innerhalb ihres elastischen Bereiches durchgebogen und wird in weiterer Folge auch nur geringe Radialkräfte auf die Sensorwelle 8 des

Winkelsensors 5 ausüben. Da die Verbindungswelle 10 über die Muffe 12 oder ein anderes drehsteifes biegeelastisches Element mit dem Mitnehmer 9 fest verbunden ist, ist an dieser Stelle im Unterschied zu bisher bekannten Lösungen kein Spiel gegeben, so dass auch bei Drehrichtungsumkehr des zweiten Bauteils 2 gegenüber dem ersten Bauteil 1 keine Verfälschung des zu übertragenden Winkels durch Überbrückung eines Spiels auftreten kann.

Im Vergleich hierzu zeigt Figur 2 bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung nach dem Stand der Technik den Winkelfehler bei einem Versatz  $f$  der Achse der Sensorwelle des Winkelsensors und der Achse des die Bauteile verbindenden Bolzens unter Annahme eines vertikalen Versatzes zur Halbierenden des Drehwinkels.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist somit unter allen Umständen gewährleistet, dass der Drehwinkel zwischen den Bauteilen 2 und 1 genau in den Winkelsensor 5 eingeleitet wird und daher von diesem, soweit es die Winkelerfassung auf mechanischem Wege betrifft, keine Fehlwerte ausgegeben werden können.

Die gesamte Vorrichtung ist gegen das Eindringen von Schmutz völlig abgekapselt und die Dimensionierung der Schutzab-

deckung 14 des Winkelsensors 5 sowie die Gestaltung des Mitnehmers 9 können so ausgeführt werden, dass sie den mechanischen Gefährdungen, welchen die Lagerstelle insgesamt beim Einsatz ausgesetzt ist, widerstehen. Die Breite des Ringspaltes zwischen dem Mitnehmer 9 und dem Bolzen 3, der durch die Dichtung 13 verschlossen wird, kann kleingehalten werden. Bei einer unvorhergesehenen großen Gewalteinwirkung auf den Mitnehmer 9 in axialer Richtung kommt dieser am Bolzen 3 zum Anliegen, wobei die Verbindungswelle 10 die gleiche axiale Verschiebung erfährt. Dieser Verschiebeweg wird vom Metallfaltenbalg 11 aufgenommen, so dass die Sensorwelle 8 des Winkelsensors 5 nur eine geringe oder keine axiale Belastung erfährt. Es wird daher im ungünstigsten Falle großer Gewalteinwirkung lediglich der einfach aufgebaute Mitnehmer 9 in Mitleidenschaft gezogen, der aufwendigere Winkelsensor 5 aber nicht beeinträchtigt.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Weitere Ausgestaltungen sind möglich, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So können der oder die drehsteifen biegeelastischen Elemente 11, 12 auch auf andere Weise realisiert werden und dergl. mehr.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Erfassung des Drehwinkels zwischen zwei Bauteilen (1,2), die über einen Bolzen (3) drehbar miteinander verbunden sind, mit einem Winkelsensor (5), der drehfest direkt oder indirekt mit dem ersten der beiden Bauteile (1 oder 2) verbunden ist und dessen Sensorwelle (8) über einen hebelförmigen Mitnehmer (9) mit dem zweiten Bauteil (2 oder 1) drehfest verbunden ist, wobei über die Verdrehung der Sensorwelle (8) der Drehwinkel vom Winkelsensor (5) erfasst wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorwelle (8) über wenigstens ein drehsteifes biegeelastisches Element (11,12) mit dem Mitnehmer (9) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorwelle (8) über ein erstes drehfestes biegeelastisches Element (11) mit einer Verbindungswelle (10) verbunden ist, deren anderes Ende über ein zweites drehsteifes Element (12) mit dem Mitnehmer (9) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verbindungswelle (10) innerhalb einer im wesentlichen konzentrischen Längsbohrung (4) des Bolzens (3) im wesentlichen koaxial zur Längsbohrung (4) angeordnet ist, in deren eines Ende die Sensorwelle (8) hineinragt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden,

dadurch gekennzeichnet,

dass das erste drehsteife biegeelastische Element als Faltenbalg (11), insbesondere als Metallfaltenbalg, ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden,

dadurch gekennzeichnet,

dass das zweite drehsteife Element als Muffe (12) ausgebildet ist, welche drehfest sowohl mit dem Mitnehmer (9) als auch der Verbindungswelle (10) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Gehäuse des Winkelsensors (5) direkt oder über eine Tragplatte (6) am Bolzen (3), an einer Bolzenhalteplatte (7) oder am ersten Bauteil (1 oder 2) befestigt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden,

dadurch gekennzeichnet,  
dass der Mitnehmer (9) mit Abstand zum Bolzen (3) befestigt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

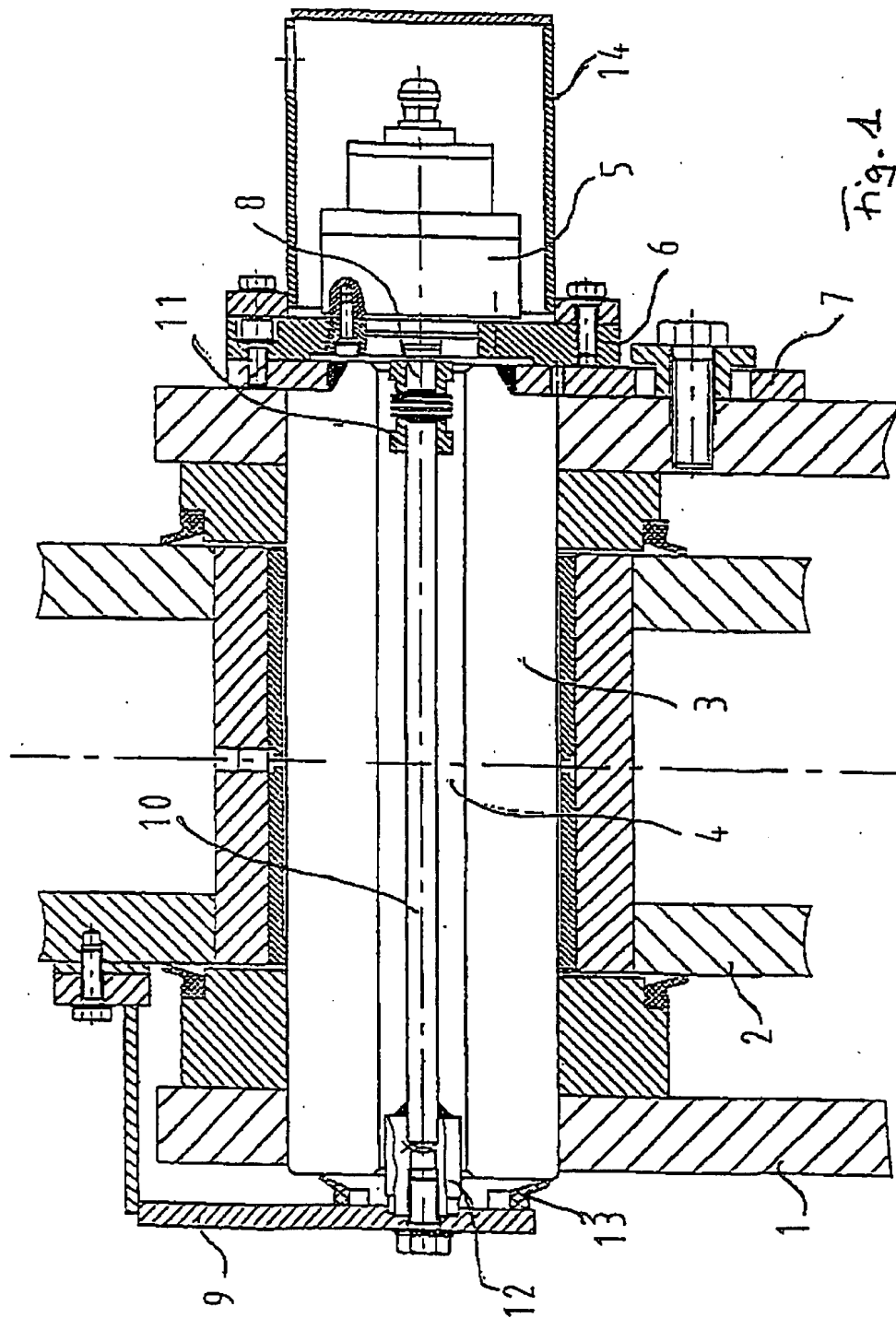
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen dem Mitnehmer (9) und der Stirnseite des Bolzens (3) eine die Längsbohrung (4) des Bolzens (3) abdichtende Dichtung (13) angeordnet ist.

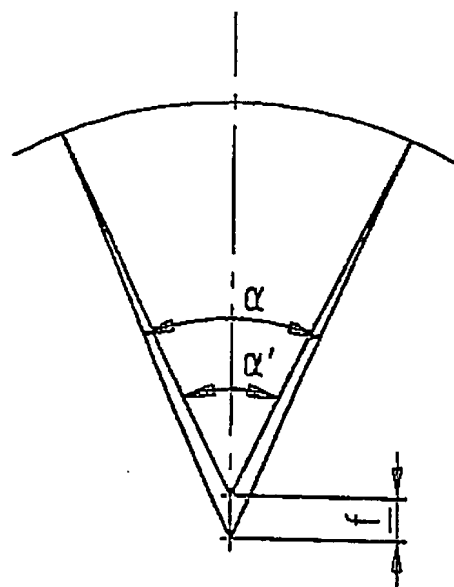
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abstand zwischen dem Mitnehmer (9) und der Stirnseite des Bolzens (3) so gewählt ist, dass im Falle des Auf-  
liegens des Mitnehmers (9) auf der Stirnseite des Bolzens (3) diese axiale über die Verbindungswelle (10) auf den Faltenbalg (11) übertragene Bewegung von dem Faltenbalg (11) aufnehmbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden,

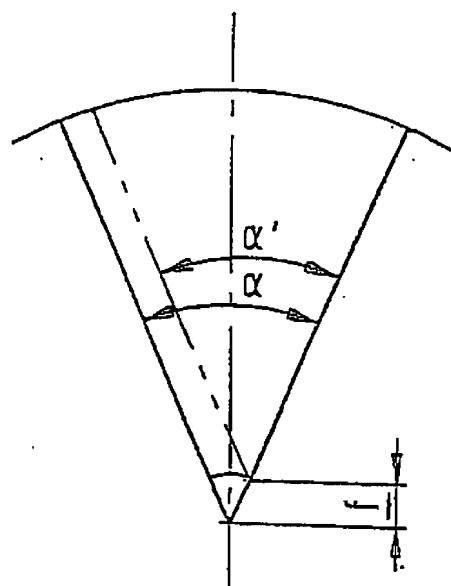
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Gehäuse des Winkelsensors (5) von einer dieses vollständig umschließende Schutzabdeckung (14) umgeben ist, die am Gehäuse des Winkelsensors (5) oder an dessen Tragplatte (6) befestigt ist.





$$\alpha \neq \alpha'$$

Fig. 2



$$\alpha = \alpha'$$

Fig. 3